1. Utilizar la definición de derivada de una función en un punto para hallar la derivada en $x=2$, es decir, $f'(2)$, en los siguientes casos:

a) $f(x)=\dfrac{x-1}{x+1}$; b) $f(x)=\sqrt{x+2}$

2. Aplica la definición de derivada para hallar $f'(x)$ en cada caso:

a) $f(x)=x+\dfrac{1}{x}$; b) $f(x)=\sqrt{x^2+1}$

3. Calcular las derivadas de las siguientes funciones y, siempre que se pueda, simplificar el resultado:

I) $y=\dfrac{x^2-3}{x^2+3}$; II) $y=\sqrt[3]{3x^2}$; III) $y=\left(\dfrac{1-x}{1+x}\right)^{\frac{2}{3}}$; IV) $y=\dfrac{2}{x}+\dfrac{x^2}{2}$; V) $y=\dfrac{\ln x}{x}$; VI) $y=7e^{-x}$;

VII) $y=\dfrac{e^x+e^{-x}}{e^x-e^{-x}}$; VIII) $y=\operatorname{sen}x\cos x$; IX) $y=\dfrac{1}{\operatorname{sen}x}$; X) $y=\ln\left(x^2+1\right)$; XI) $y=\operatorname{arctg}\dfrac{x}{3}$;

XII) $y=\cos^2(2x-\pi)$; XIII) $y=\operatorname{sen}^2 x$; XIV) $y=\sqrt{\operatorname{tg}x}$; XV) $y=\operatorname{sen}x^2$; XVI) $y=\operatorname{arctg}\left(x^2+1\right)$;

XVII) $y=\left(2\sqrt{x}-3\right)^7$; XVIII) $y=\log_2\sqrt{x}$; XIX) $y=\operatorname{sen}^2 x^2$; XX) $y=\operatorname{arctg}\dfrac{1}{x}$; XXI) $y=\cos^5\left(7x^2\right)$;

XXII) $y=3^x+1$; XXIII) $y=\sqrt[3]{(5x-3)^2}$; XXIV) $y=\operatorname{arcsen}\dfrac{x^2}{3}$; XXV) $y=\ln(2x-1)$; XXVI) $y=\operatorname{tg}\dfrac{x^2}{2}$;

XXVII) $y=\ln\left(x^2-1\right)$; XXVIII) $y=\arccos\sqrt{2x}$; XXIX) $y=\ln\sqrt{1-x}$; XXX) $y=(\operatorname{arctg}x)^2$; XXXI) $y=2^{\ln x}$;

XXXII) $y=\log_3(7x+2)$; XXXIII) $y=\ln\left(\operatorname{tg}\dfrac{3}{x}\right)$; XXXIV) $y=e^{4x}$; XXXV) $y=\ln\left(\ln\dfrac{1}{x}\right)$; XXXVI) $y=\sqrt{\operatorname{tg}x^2}$;

XXXVII) $y=\operatorname{arcsen}\left(\dfrac{x+1}{x-1}\right)$; XXXVIII) $y=5\operatorname{tg}^3\left(3x^2+1\right)$; XXXIX) $y=\sqrt{x+\sqrt{x}}$; XL) $y=\sqrt[3]{\dfrac{x-2}{x+2}}$

4. Calcular la derivada de las siguientes funciones, aplicando previamente las propiedades de los logaritmos:

a) $y=\ln\sqrt{\dfrac{1-x}{1+x}}$; b) $y=\ln(x\operatorname{tg}x)^2$; c) $y=\ln\left(\dfrac{\sqrt[3]{x^2-1}}{x^2}\right)$; d) $y=\ln\left(2^x\cdot\operatorname{sen}^2 x\right)$

5. Calcular la derivada de las siguientes funciones dada en forma implícita.

a) $x^2+y^2=9$; b) $x^2+y^2-4x-6y=-9$; c) $y=\dfrac{x^2}{16}+\dfrac{y^2}{9}=1$; d) $\dfrac{(x-1)^2}{8}-\dfrac{(y+3)^2}{14}=1$;

e) $x^3+y^3=-2xy$; f) $xy^2=x^2+y$; g) $\dfrac{x^2}{9}-\dfrac{y^2}{25}=1$; h) $4x^2+4y^2+8x+3=0$;

i) $x^2+xy+y^2=0$; j) $yx-x^2-y=0$

6. Aplica la derivación logarítmica para derivar las siguientes funciones:

a) $y=x^{3x}$; b) $y=x^{x+1}$; c) $y=x^{e^x}$; d) $y=(\ln x)^{x+1}$; e) $y=\left(\dfrac{\operatorname{sen}x}{x}\right)^x$; f) $y=x^{\operatorname{tg}x}$

7. Emplea el método que consideres más adecuado para hallar las derivadas de $y=f(x)$ o de $f(x,y)=0$ (es decir, la función puede estar dada en forma explícita o implícita):

a) $y=\left(1+\dfrac{1}{x}\right)^x$; b) $y=(\operatorname{sen} x)^x$; c) $4x^2+y^2+4x-12y-6=0$; d) $xy=e^x+y$; e) $\sqrt{xy}=\ln y$;

f) $x^2-y^2+3xy+5=0$

8. Obtén las derivadas de las siguientes funciones de dos maneras y comprueba, operando, que llegas al mismo resultado utilizando las reglas de derivación conocidas o aplicando la derivación logarítmica.

a) $y=\left(\dfrac{x^2+1}{x}\right)^3$; b) $y=\sqrt{\dfrac{1+x}{1-x}}$; c) $y=\operatorname{sen}^3 x\cos^2 x$; d) $y=\sqrt{x^2+1}\cdot\sqrt[3]{x^2}$

9. Calcula el valor de la derivada en $x=0$ de cada una de las siguientes funciones:

a) $g(x)=e^{\operatorname{sen} f(x)}$ si $f(0)=0$ y $f'(0)=1$.

b) $h(x)=\left[\operatorname{sen} f(x)\right]^3$ si $f(0)=\dfrac{\pi}{4}$ y $f'(0)=1$.

c) $j(x)=\sqrt{\ln f(x)}$ si $f(0)=e$ y $f'(0)=1$.

10. Dada la función $f(x)=\begin{cases}3x-1 & \text{si } x<1\\ x^2+x & \text{si } x\geq 1\end{cases}$

a) Comprueba que f es continua y derivable en todo $\mathbb{R}$ y halla $f'(0)$, $f'(3)$ y $f'(1)$.

b) ¿Cuál es la función derivada de f ?

c) ¿En qué punto se cumple $f'(x)=5$?

11. Comprueba que la función $f(x)=\begin{cases}\ln(x-1) & \text{si } x<2\\ 3x-6 & \text{si } x\geq 2\end{cases}$ es continua pero no es derivable en $x=2$.

12. Estudia la continuidad y derivabilidad de la siguientes funciones:

a) $f(x)=\begin{cases}e^x & \text{si } x\leq 0\\ 1 & \text{si } 0<x<3\\ -x^2+3x+2 & \text{si } x\geq 3\end{cases}$; b) $f(x)=\begin{cases}x^2+2x+1 & \text{si } x<-1\\ 2x+2 & \text{si } -1\leq x\leq 2\\ -x^2+8x & \text{si } x>2\end{cases}$;

c) $f(x)=\begin{cases}0 & \text{si } x<0\\ x^2 & \text{si } 0\leq x\leq 1\\ x & \text{si } x\geq 1\end{cases}$; d) $f(x)=\begin{cases}e^{-x} & \text{si } x\leq 0\\ 1-x & \text{si } x>0\end{cases}$

13. Calcula m y n para que $f(x)=\begin{cases}x^2-5x+m & \text{si } x\leq 1\\ -x^2+nx & \text{si } x>1\end{cases}$ sea derivable en todo $\mathbb{R}$. ¿En qué puntos es $f'(x)=0$?

14. Calcula a y b para que las siguientes funciones sean continuas y derivable en todo $\mathbb{R}$.

a) $f(x)=\begin{cases}ax^2+3x & \text{si } x\leq 2\\ x^2-bx-4 & \text{si } x>2\end{cases}$; b) $f(x)=\begin{cases}x^3-x & \text{si } x\leq 0\\ ax+b & \text{si } x>0\end{cases}$

15. Di si es derivable cada una de las funciones siguientes en los puntos que se indican. Si es derivable, calcula su derivada y, en caso contrario, di cuánto valen las derivadas laterales.

a) $f(x)=\begin{cases} 3x-1 & \text{si} \quad x<2 \\ x^2-x-3 & \text{si} \quad x\geq 2 \end{cases}$ en $x_0=2$; b) $f(x)=\begin{cases} x^2-1 & \text{si} \quad x\leq 1 \\ 2x-2 & \text{si} \quad x>1 \end{cases}$ en $x_0=1$;

c) $f(x)=|x|$ en $x_0=0$; d) $f(x)=|x^2-x-6|$ en $x_0=-2$ y $x_1=3$.

16. Dada la función $f(x)=x\cdot|x|=\begin{cases} -x^2 & \text{si} \quad x<0 \\ x^2 & \text{si} \quad x\geq 0 \end{cases}$, hallar $f'(x)$ y $f''(x)$ y representarlas gráficamente.

17. Estudia la continuidad y la derivabilidad de las siguientes funciones:

a) $y=|x-2|$; b) $y=|x^2+6x+8|$; c) $y=x+|x-3|$; d) $y=x^2+|x|$; e) $y=\dfrac{1}{1+|x|}$; f) $y=\dfrac{|x|}{x^2-1}$

18. Si $f(x)=x^2\cdot|x|$, halla f', f'' y f'''.

19. Estudia la continuidad y la derivabilidad de la función $f(x)=\begin{cases} -1 & \text{si} \quad x=0 \\ \dfrac{2x(x-3)}{x^2-9} & \text{si} \quad x\neq 0,\ x\neq 3 \\ 1 & \text{si} \quad x=3 \end{cases}$.

20. Estudia la derivabilidad en $x=0$ de la siguiente función: $f(x)=\begin{cases} 1+\sqrt[3]{x^2} & \text{si} \quad x\leq 0 \\ 1-\sqrt[3]{x^2} & \text{si} \quad x>0 \end{cases}$.

21. Determina, si es posible, el valor del parámetro a para que la función $f(x)=\begin{cases} x\ln x & \text{si} \quad 0<x\leq 1 \\ a\left(1-e^{1-x}\right) & \text{si} \quad 1<x \end{cases}$ sea derivable en todo su dominio de definición.

22. Averigua los puntos de derivada nula de estas funciones:

a) $y=\dfrac{x}{(x+3)^2}$; b) $y=\dfrac{16}{x^2(x-4)}$; c) $y=\dfrac{x^2-x+1}{x^2+x+1}$; d) $y=e^x(x-1)$; e) $y=x^2e^x$; f) $y=\operatorname{sen}x+\cos x$

g) $y=\left(3x-2x^2\right)e^x$; h) $y=\cos 2x-2\cos x$; i) $y=\sqrt{x^2-4x}$; j) $y=\sqrt{4x-x^2}$

23. Dada $y=\operatorname{sen}x$, halla un punto en el intervalo $\left(0,\dfrac{\pi}{2}\right)$ en el que la tangente sea paralela a la cuerda que pasa por los puntos $(0,0)$ y $\left(\dfrac{\pi}{2},1\right)$.

24. Halla la derivada de orden n de las funciones $f(x)=e^{2x}$ y $f(x)=x^n$.

25. Calcula la derivad de orden 50 y 51 de la función $y=\operatorname{sen}\left(\dfrac{\pi}{2}x\right)$.

26. Demuestra que todas las derivadas de orden par de la función $f(x)=\operatorname{sen}2x$ se anulan en el origen de coordenadas.

Soluciones

1. a) $f'(2)=\dfrac{2}{9}$; b) $f'(2)=\dfrac{1}{4}$

2. a) $f'(x)=1-\dfrac{1}{x^2}$; b) $f'(x)=\dfrac{x}{\sqrt{x^2+1}}$

3. I) $y'=\dfrac{12x}{\left(x^2+3\right)^2}$; II) $y'=\dfrac{2}{\sqrt[3]{9x}}$; III) $y'=\dfrac{-4}{3\sqrt[3]{(1-x)(1+x)^5}}$; IV) $y'=-\dfrac{2}{x^2}+x=\dfrac{x^3-2}{x^2}$; V) $y'=\dfrac{1-\ln x}{x^2}$;

   VI) $y'=-7e^{-x}$; VII) $y'=\dfrac{-4}{\left(e^x-e^{-x}\right)^2}$; VIII) $y'=\cos^2 x-\operatorname{sen}^2 x=\cos 2x$; IX) $y'=\dfrac{-\cos x}{\operatorname{sen}^2 x}$; X) $y'=\dfrac{2x}{x^2+1}$;

   XI) $y'=\dfrac{3}{9+x^2}$; XII) $y'=-4\cos(2x-\pi)\operatorname{sen}(2x-\pi)=-2\operatorname{sen}(4x-2\pi)$; XIII) $y'=2\operatorname{sen}x\cos x=\operatorname{sen}2x$;

   XIV) $y'=\dfrac{1+\operatorname{tg}^2 x}{2\sqrt{\operatorname{tg}x}}$; XV) $y'=2x\cos x^2$; XVI) $y'=\dfrac{2x}{x^4+2x^2+2}$; XVII) $y'=\dfrac{7\left(2\sqrt{x}-3\right)^6}{\sqrt{x}}$; XVIII) $y'=\dfrac{1}{2x\ln 2}$;

   XIX) $y'=4x\operatorname{sen}x^2\cos x^2=2x\operatorname{sen}\left(2x^2\right)$; XX) $y'=\dfrac{-1}{x^2+1}$; XXI) $y'=-70x\cos^4\left(7x^2\right)\operatorname{sen}\left(7x^2\right)$;

   XXII) $y'=3^x\ln 3$; XXIII) $y'=\dfrac{10}{3\sqrt[3]{5x-3}}$; XXIV) $y'=\dfrac{2x}{\sqrt{9-x^4}}$; XXV) $y'=\dfrac{2}{2x-1}$; XXVI) $y'=x+x\operatorname{tg}^2\dfrac{x^2}{2}$
   ;

   XXVII) $y'=\dfrac{2x}{x^2-1}$; XXVIII) $y'=\dfrac{-1}{\sqrt{2x-4x^2}}$; XXIX) $y'=\dfrac{1}{2x-2}$; XXX) $y'=\dfrac{2\operatorname{arctg}x}{1+x^2}$; XXXI) $y'=\dfrac{2^{\ln x}\cdot\ln 2}{x}$;

   XXXII) $y'=\dfrac{7}{(7x+2)\ln 3}$; XXXIII) $y'=\dfrac{-3\left(1+\operatorname{tg}^2(3/x)\right)}{x^2\operatorname{tg}(3/x)}$; XXXIV) $y'=4e^{4x}$; XXXV) $y'=\dfrac{-1}{x\ln(1/x)}=\dfrac{1}{x\ln x}$;

   XXXVI) $y'=\dfrac{x\left(1+\operatorname{tg}^2 x^2\right)}{\sqrt{\operatorname{tg}x^2}}$; XXXVII) $y'=\dfrac{\sqrt{-x}}{x(x-1)}$; XXXVIII) $y'=90x\left(\operatorname{tg}^2\left(3x^2+1\right)+\operatorname{tg}^4\left(3x^2+1\right)\right)$;

   XXXIX) $y'=\dfrac{2\sqrt{x}+1}{4\sqrt{x^2+x\sqrt{x}}}$; XL) $y'=\dfrac{4}{3(x+2)\sqrt[3]{(x+2)(x-2)^2}}$

4. a) $y'=\dfrac{1}{x^2-1}$; b) $y'=\dfrac{2}{x}+2\operatorname{cotg}x+2\operatorname{tg}x$; c) $y'=\dfrac{2x}{3\left(x^2-1\right)}-\dfrac{2}{x}$; d) $y'=\ln 2+\dfrac{2\cos x}{\operatorname{sen}x}=\ln 2+\dfrac{2}{\operatorname{tg}x}$

5. a) $y'=\dfrac{-x}{y}$; b) $y'=\dfrac{2-x}{y-3}$; c) $y'=\dfrac{-9x}{16y}$; d) $y'=\dfrac{7(x-1)}{4(y+3)}$; e) $y'=\dfrac{-2y-3x^2}{3y^2+2x}$; f) $y'=\dfrac{2xy-y^2}{2xy-1}$;

   g) $y'=\dfrac{25x}{9y}$; h) $y'=\dfrac{-x-1}{y}$; i) $y'=\dfrac{-2x-y}{x+2y}$; j) $y'=\dfrac{2x-y}{x-1}$

6. a) $y'=3x^{3x}(\ln x+1)$; b) $y'=x^{x+1}\left(\ln x+1+\dfrac{1}{x}\right)$; c) $y'=x^{e^x}\cdot e^x\left(\ln x+\dfrac{1}{x}\right)$;

   d) $y'=(\ln x)^{x+1}\left(\ln(\ln x)+\dfrac{x+1}{x\ln x}\right)$; e) $y'=\left(\dfrac{\operatorname{sen}x}{x}\right)^x\left(\ln\left(\dfrac{\operatorname{sen}x}{x}\right)+\dfrac{x\cos x}{\operatorname{sen}x}-1\right)$;

f) $y'=x^{\operatorname{tg} x}\left(\left(1+\operatorname{tg}^2 x\right)\ln x+\dfrac{\operatorname{tg} x}{x}\right)$

7. a) $y'=\left(1+\dfrac{1}{x}\right)^x\left(\ln\left(1+\dfrac{1}{x}\right)-\dfrac{1}{x+1}\right)$; b) $y'=(\operatorname{sen} x)^x\left(\ln(\operatorname{sen} x)+\dfrac{x\cos x}{\operatorname{sen} x}\right)$; c) $y'=\dfrac{-4x-2}{y-6}$;

d) $y'=\dfrac{e^x-y}{x-1}$; e) $y'=\dfrac{y^2}{2\sqrt{xy}-xy}$; f) $y'=\dfrac{2x+3y}{2y-3x}$

8. a) $y'=\dfrac{3\left(x^2+1\right)^2\left(x^2-1\right)}{x^4}$; b) $y'=\dfrac{1}{\sqrt{(1+x)(1-x)^3}}$; c) $y'=3\operatorname{sen}^2 x\cos^3 x-2\operatorname{sen}^4 x\cos x$;

d) $y'=\dfrac{5x^2+2}{3\sqrt{x^2+1}\sqrt[3]{x}}$

9. a) $g'(0)=1$; b) $h'(0)=\dfrac{3\sqrt{2}}{4}$; c) $j'(0)=\dfrac{1}{2e}$

10. a) Es fácil comprobar que $\lim\limits_{x\to 1} f(x)=f(1)$, luego f es continua en todo $\mathbb{R}$. También es fácil comprobar que $f'(1^-)=f'(1^+)$, lo que demuestra que f es derivable en todo $\mathbb{R}$. $f'(0)=3$. $f'(3)=7$. $f'(1)=3$.

b) $f'(x)=\begin{cases}3 & \text{si} \quad x<1\\ 2x+1 & \text{si} \quad x\geq 1\end{cases}$

c) En el punto $x=2$.

11. f es claramente continua en $x=2$ ya que $\lim\limits_{x\to 2} f(x)=f(2)=0$. Sin embargo, no es derivable en $x=2$ porque las derivadas laterales en ese punto no coinciden: $f'(2^-)=1$ y $f'(2^+)=3$.

12. a) f es continua en todo $\mathbb{R}$, menos en $x=3$, donde hay una discontinuidad de salto finito. f es derivable en todo $\mathbb{R}$, menos en $x=0$ y en $x=3$.

b) f es continua en todo $\mathbb{R}$, menos en $x=2$, donde hay una discontinuidad de salto finito. f es derivable en todo $\mathbb{R}$, menos en $x=-1$ y en $x=2$.

c) f es continua en todo $\mathbb{R}$. f es derivable en todo $\mathbb{R}$, menos en $x=1$.

d) f es continua y derivable en todo $\mathbb{R}$.

13. Para que f sea derivable en todo $\mathbb{R}$ deben ser $m=2$ y $n=-1$. La derivada no se anula en ningún punto, es decir, no existe ningún $x\in\mathbb{R}$ tal que $f'(x)=0$.

14. a) f es continua y derivable en todo $\mathbb{R}$ si $a=2$ y $b=-7$.

b) f es continua y derivable en todo $\mathbb{R}$ si $a=-1$ y $b=0$.

15. a) No es derivable en $x_0=2$ porque no es continua en dicho punto. Sin embargo $f'(2^-)=3$. $f'(2^+)=3$.

b) Sí es derivable en $x_0=1$ y $f'(1)=2$.

c) No es derivable en $x_0=0$. $f'(0^-)=-1$. $f'(0^+)=1$.

d) No es derivable en $x_0=-2$, ni en $x_0=3$. $f'(-2^-)=-5$. $f'(-2^+)=5$. $f'(3^-)=-5$. $f'(3^+)=5$.

16. $f'(x)=\begin{cases}-2x & \text{si} \quad x<0\\ 2x & \text{si} \quad x>0\end{cases}$; f es derivable en 0 y $f'(0)=0$.

$f''(x)=\begin{cases}-2 & \text{si} \quad x<0 \\ 2 & \text{si} \quad x>0\end{cases}$; f' no es derivable en 0 pues $f'(0^-)=-2$ y $f'(0^+)=2$.

17. a) Es continua en todo $\mathbb{R}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{2\}$.

    b) Es continua en todo $\mathbb{R}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{-4,-2\}$.

    c) Es continua en todo $\mathbb{R}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{3\}$.

    d) Es continua en todo $\mathbb{R}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{0\}$.

    e) Es continua en todo $\mathbb{R}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{0\}$.

    f) Es continua en $\mathbb{R}-\{-1,\,1\}$ y es derivable en $\mathbb{R}-\{-1,\,0,\,1\}$

18. $f'(x)=\begin{cases}-3x^2 & \text{si} \quad x<0 \\ 3x^2 & \text{si} \quad x\geq 0\end{cases}$; $f''(x)=\begin{cases}-6x & \text{si} \quad x<0 \\ 6x & \text{si} \quad x\geq 0\end{cases}$; $f'''(x)=\begin{cases}-6 & \text{si} \quad x<0 \\ 6 & \text{si} \quad x>0\end{cases}$. Obsérvese que la tercera derivada no existe en $x=0$ pues $f'''(0^-)=-6$ y $f'''(0^+)=6$.

19. El dominio de la función es $\mathbb{R}-\{-3\}$. Por tanto, en $x=-3$, f no es continua ni derivable.

    f no es continua en $x=0$ y, por tanto, tampoco es derivable en $x=0$.

    f es continua y derivable en $x=3$. Además, la derivada en $x=3$ es $f'(3)=\dfrac{1}{6}$.

    En cualquier otro punto x que no sea ni -3, ni 0, ni 3, f es derivable y $f'(x)=\dfrac{6}{(x+3)^2}$

20. Si $x\neq 0$ tenemos que $f(x)=\begin{cases}\dfrac{2}{3\sqrt[3]{x}} & \text{si} \quad x<0 \\ -\dfrac{2}{3\sqrt[3]{x}} & \text{si} \quad x\geq 0\end{cases}$, de donde se de deduce que no existen las derivadas laterales en $x=0$. Por tanto, f no es derivable en $x=0$.

21. f es derivable en todo suy dominio de definición si $a=1$.

22. a) $x=3$; b) $x=\dfrac{8}{3}$; c) $x=-1$ y $x=1$; d) $x=0$; e) $x=-2$ y $x=0$; f) $x=\dfrac{\pi}{4}+\pi k$, donde $k\in\mathbb{Z}$; g) $x=-\dfrac{3}{2}$ y $x=1$; h) $x=0+\pi k$, $x=\dfrac{\pi}{3}+2\pi k$ y $x=\dfrac{5\pi}{3}+2\pi k$, donde $k\in\mathbb{Z}$; i) No tiene ningún punto de derivada nula. ; j) $x=2$.

23. $x\cong 0{,}88$.

24. $f^{n)}(x)=2^n e^{2x}$; b) $f^{n)}=n(n-1)(n-2)\cdot\ldots\cdot 3\cdot 2\cdot 1=n!$

25. $y^{50)}=-\left(\dfrac{\pi}{2}\right)^{50}\operatorname{sen}\left(\dfrac{\pi}{2}x\right)$; $y^{51)}=-\left(\dfrac{\pi}{2}\right)^{51}\cos\left(\dfrac{\pi}{2}x\right)$

26. En general, las derivadas de orden par son de la forma $f^{n)}(x)=k\cdot\operatorname{sen}2x$, donde k es una constante. Por tanto, todas ellas se anulan en $x=0$, puesto que $\operatorname{sen}0=0$.